

COMPARAÇÃO DE ROÇADA MANUAL E MECANIZADA EM ÁREAS DE REGENERAÇÃO ESPONTÂNEA DE *Pinus elliottii*

João Osvani Messias Junior ^{1*}, Nelson Yoshihiro Nakajima ²

^{1*}Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, Brasil - joao.osvani@gmail.com

² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, Brasil - nelson.nakajima@ufpr.br

Resumo

A condução de regeneração espontânea de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, na região do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, é praticada como manejo visando a redução de investimentos iniciais. Neste sistema de manejo, intervenções silviculturais são realizadas eliminando parte da regeneração, adequando a floresta à sua finalidade comercial. Com o objetivo de examinar tratamentos silviculturais para o manejo da regeneração de *Pinus elliottii*, o presente trabalho analisou dois métodos distintos: roçada manual com foice e roçada mecanizada com rolo faca. Através de amostragem aleatória simples, foram sorteadas unidades amostrais de forma circular com área de 380 m² e intensidade amostral proporcional a área experimental de cada método de roçada. A área experimental de roçada manual foi de 22,5 ha, com intensidade de 19 unidades amostrais e, a área experimental de roçada mecanizada foi de 7,2 ha, com intensidade de 6 unidades amostrais. Os dados coletados foram número de árvores e números de injúrias causadas nos fustes das árvores nos dois métodos distintos de roçada, bem como, o custo de operação de cada método. Nas áreas experimentais onde foram conduzidas as roçadas manual e mecanizada, foram obtidas 2619 árvores/ha e 2012 árvores/ha, respectivamente. Assim, pode-se evidenciar que a área onde foi conduzida a roçada mecanizada apresentou densidade média próxima à densidade de florestas destinadas à resinagem da região. O custo de roçada manual foi de 44% maior que a roçada mecanizada. As injúrias provocadas nos fustes das árvores pela roçada manual foi de 2,18% (57 injúrias/ha) e da roçada mecanizada 3,49% (70,22 injúrias/ha), comprovando maior número de injúrias na roçada mecanizada.

Palavras-chave: Densidade, Rolo faca, Roçada manual.

Abstract

Comparison of manual and mechanized mowing in spontaneous regeneration areas of Pinus elliottii. The conduction of spontaneous regeneration of *Pinus elliottii* var. *elliottii*, in the North Coast region of Rio Grande do Sul, has been practiced as a management aimed to reduce initial investments. In this management system, forestry interventions are carried out eliminating part of the regeneration, adapting the forest to its commercial purpose. In order to examine forestry treatments for the management of *Pinus elliottii* regeneration, the present study analyzed two distinct methods: manual mowing with sickle and mechanized mowing with drum chopper. By means of simple random sampling, circular sampling units with an area of 380 m² was established. The experimental area of manual mowing was 22.5 ha, with intensity of 19 sample units, and the experimental area of mechanized mowing was 7.2 ha with intensity of 6 sample units. The collected data were number of trees and numbers of injuries caused in the trunk for the two distinct methods of mowing, as well as the cost of operation of each method. In the experimental areas where manual and mechanized mowing were conducted, 2619 trees/ha and 2012 trees/ha were obtained, respectively. Thus, it can be evidenced by the area where the mechanized mowing was conducted had an average density close to the density of forests destined to the oleoresin production. The cost of manual mowing was 44% greater than mechanized. The injuries caused by tree cutting by manual mowing were 2.18% (57 injuries/ha) and mechanized mowing 3.49% (70.22 injuries/ha), proving a greater number of injuries in mechanized method.

Keywords: Density, Drum Chopper, Manual Mowing.

INTRODUÇÃO

O regime de manejo é um conjunto de premissas que envolve a implementação e planejamento de um povoamento florestal: a densidade inicial, o regime de desbastes, o regime de podas e a idade da rotação. No Rio Grande do Sul, no que se refere a espécie *Pinus elliottii* var. *elliottii*, dois regimes padrão são adotados – regime de ciclo curto e regime multiproduto (AGEFLOR, 2016). O regime de ciclo curto é adotado pelas indústrias de celulose, painéis de madeira reconstituída e empresas do agronegócio, nas quais o objetivo é a produção de toras de menor diâmetro. Neste tipo de regime, a densidade inicial é de cerca de 1.600 árvores por hectare (ha), sem poda, sem desbastes e corte raso, geralmente partindo de 12 até 18 anos de idade. Sem a necessidade de produzir toras de grandes diâmetros, este regime tende a maximizar o volume de produção. O regime multiproduto é empregado geralmente por indústrias de madeira sólida, que

utilizam toras de maior diâmetro, além de produtores florestais independentes e Timber Investment Management Organization (TIMO), os quais buscam diversificar sua produção buscando atender todo o setor florestal, produzindo tora fina para as indústrias de papel e celulose e painéis de madeira reconstituída e também toras para serrarias e laminadoras. Neste regime, a densidade inicial é também de cerca de 1.600 árvores/ha, com ou sem podas, com dois ou mais desbastes comerciais, e o corte raso geralmente é feito a partir dos 16 anos de idade. Com uma rotação mais longa, geralmente este regime tende a maximizar a receita, com a produção de toras de maior valor agregado.

A prática silvicultural de condução da regeneração de *Pinus elliottii* para implantação de povoamentos florestais proporciona redução no investimento inicial de projetos florestais, dispensando os gastos de preparo de terreno, combate à pragas e plantas infestantes. A região Norte do litoral do Rio Grande do Sul vem se mostrando economicamente viável, reduzindo pela metade os custos de implantação (FLATCH, 2006). Contudo, esta prática requer constantes intervenções silviculturais, a fim de reduzir a densidade, proporcionando maior crescimento em diâmetro, além de direcionar a floresta para a produção de resina e madeira.

No litoral Norte do Rio Grande do Sul, a condução da regeneração natural de *Pinus elliottii* é aplicada em formações florestais comerciais para produção de goma resina. Segundo Schneider (2008), os desbastes invertem o potencial produtivo do sítio para as árvores de maior valor comercial e evita a sua dispersão em indivíduos indesejáveis ou de menor valor. O mesmo autor ainda relata que, para cada espécie e cada qualidade de sítio, existe um regime ótimo de desbaste, o qual permitirá que os indivíduos se desenvolvam satisfatoriamente, produzindo madeira da forma mais econômica e rentável possível.

Para intervir na densidade do povoamento, alguns tratamentos culturais podem ser realizados. A roçada manual consiste em uma atividade de corte e retirada de vegetação indesejável com foice em áreas de produção florestal, reduzindo a densidade do povoamento. A roçada mecanizada possui a mesma finalidade da roçada manual, porém são utilizadas máquinas. De acordo com a intensidade da atividade de roçada, a floresta pode aumentar ou diminuir sua produtividade em madeira ou em algum subproduto de interesse.

Desta forma, o presente trabalho objetivou comparar dois métodos de roçada: manual e mecanizada, em áreas distintas de regeneração espontânea de *Pinus elliottii* voltadas para a produção de resina, visando fornecer informações sobre densidade do povoamento e injúrias no fuste das árvores após as operações de roçada, bem como o custo de produção de cada método de roçada.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As áreas onde foram realizadas a coleta de dados situam-se em um povoamento florestal da Habitusul Florestal S.A., localizado no município de Cidreira, litoral do estado do Rio Grande do Sul. A altitude do local varia de 3 e 5 m. De acordo com a classificação de Köppen (1948), a região tem clima do tipo Cfa, subtropical úmido sem estação seca, com verão quente, temperatura média anual de 18 e 19°C, e precipitação pluviométrica de 1300 mm anuais. O tipo de solo é o Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico (Streck 2002). Por estarem sob influência marinha ou fluvial, as áreas de estudo estão subdivididas em formações de Áreas de Influência Marinha – “Restinga” e Áreas de Influência Fluvial.

População e amostragem

O corte raso do povoamento foi efetuado no ano de 2010, onde nessas áreas começaram a surgir a regeneração espontânea. No segundo semestre de 2016, aos 6 anos de regeneração, foi conduzida a coleta dos dados em unidades amostrais circulares de 380 m² pelo processo de amostragem aleatória simples. O experimento comparou dois métodos distintos de roçada: roçada manual com foice, conduzido em uma área de 22,5 hectares em que foram amostrados aleatoriamente 19 unidades amostrais, e a roçada mecanizada com rolo faca, conduzido em uma área de 7,2 hectares e mensurados 6 unidades amostrais. Em ambos os métodos a intensidade amostral foi proporcional à área de cada experimento, resultando em uma média de 1,2 unidade amostral por hectare.

Análise de densidade

Segundo Bourscheid (2010), a densidade de regeneração de *Pinus elliottii* pode variar de 19.617 indivíduos/ha até 166.624 indivíduos/ha. Bechara (2013) concluiu que a regeneração de *Pinus elliottii* é uma espécie invasiva e agressiva, podendo alterar ambientes de restinga e enquanto houver fonte de propágulos locais de *Pinus spp.*, se faz necessário o monitoramento e retirada das plântulas invasoras. A densidade praticada por produtores da região é de aproximadamente 3000 árvores/ha após primeira roçada aos 3 anos de regeneração de 1600 a 1800 árvores/ha após a segunda roçada aos 5 anos. Sobre a regeneração espontânea, foram aplicadas primeira e segunda roçada manual na área, visando a redução da densidade do povoamento e seleção dos indivíduos de maior altura e diâmetro. Esta operação foi realizada com foice,

por uma equipe de 25 trabalhadores. Aproximadamente a cada 20 m, foi deixado no talhão um carregador (rua internas para saída de madeira), totalmente livre de mudas de *Pinus elliottii*. Aos 6 anos de idade foi efetuada a segunda roçada. Juntamente à prática de segunda roçada, foi realizada a poda nas árvores até a altura de 2,0 m (Figura1).

A primeira roçada mecanizada foi efetuada sobre a regeneração aos 5 anos de idade, visando a abertura de entrelinhas, com 3,5 m de largura. Aos 6 anos de idade foi realizada a segunda operação com rolo faca, sobre a mesma entre linha realizada na primeira operação de roçada, com o objetivo de reduzir a camada morta de vegetação, resultado da primeira com o rolo faca. Em seguida, realizou-se roçada manual na linha que foi deixada pela operação do rolo faca, reduzindo o número de exemplares respeitando a distância de 1,0 m por planta (Figura1).



Figura 1. Área em atividade de 1ª e 2ª roçada manual (a) e área em roçada mecanizada com rolo faca e roçada manual (b).

Figure 1. Area in 1st and 2nd manual mowing activity (a) and area in mechanized mowing with drum chopper and manual mowing (b).

Nas unidades amostrais foram mensuradas todas as árvores e após calculada a densidade de árvores/ha.

Análise qualitativa de roçada manual e mecanizada

A qualidade de roçada manual e mecanizada foi avaliada com base na quantidade de árvores da parcela com injúrias no fuste. As injúrias nos troncos encontradas nas unidades amostrais da área com roçada manual correspondem a retirada da casca provocada pelo golpe acidental da foice.

Na área mecanizada, os danos causados referem-se a retirada da casca do tronco das árvores pela passagem do trator na entre linha e possível contato dos pneus do trator com as árvores.

Análise de custo de produção

A análise de custos de produção para as atividades de roçada manual e mecanizada foi baseada na metodologia proposta por Harry et al. (1991) e adaptada para este estudo.

O custo de produção foi calculado pela divisão do custo operacional orçado para as operações de roçada pela produtividade da equipe ou equipamento, sendo calculado em R\$/ha, de acordo com a equação 1.

O custo operacional foi estabelecido pela determinação dos custos fixos, variáveis e administrativos das operações no intervalo de tempo, no qual, foram realizadas as atividades nas áreas estudadas.

$$CPr = \frac{CT}{Prod} \quad (1)$$

Onde:

CPr = custo de produção (R\$/ha);

CT = custo operacional (R\$/ha); e

Prod = produtividade (ha).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade

A densidade de regeneração espontânea de *Pinus elliotti* na área de roçada manual variou de 2619,60 a 3045,53 árvores/ha. Para a área de roçada mecanizada, a densidade variou de 1896,17 a 2128,77 árvores/ha, evidenciando que a densidade de regeneração na área mecanizada está mais próxima à densidade atingida por florestas de empresas e produtores da região.

Foi calculado o erro de amostragem relativo para as duas áreas experimentais. Na área de roçada manual o erro de amostragem relativo foi de 9,82%, enquanto que na área de roçada mecanizada, o erro de amostragem relativo correspondeu a 15,7%, demonstrados na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise de densidade para roçada manual e mecanizada.

Table 1. Density analysis results for manual and mechanized mowing.

Área	Densidade média (árv/ha)	Erro de amostragem relativo (%)
Roçada manual	2620	9,82
Roçada mecanizada	2013	15,7

É importante destacar que a operação de roçada mecanizada com rolo faca diminuiu significativamente a densidade do povoamento. Isto deve-se ao modelo que foi adotado para a área de roçada mecanizada, onde entre linhas de 3,5 m de largura foram abertas com a passagem do implemento, roçando toda a regeneração presente. Contudo, para a área de roçada manual, foi adotado a premissa de abrir carregadores em intervalos de 20 m. Sendo assim, o espaçamento e a dispersão das árvores tornaram-se diferentes entre si.

Os trabalhadores da equipe de roçada manual foram instruídos a eliminar árvores bifurcadas, tortas, com baixo diâmetro à altura do peito (DAP) e altura. A área de roçada manual, após intervenção manual apresentou distribuição espacial heterogênea, enquanto a área mecanizada apresentou distribuição espacial homogênea similar à uma floresta plantada.

Para as duas áreas, fatores como diâmetro e altura das árvores foram fatores limitantes para a execução das atividades. Árvores com altura maior que 3 m e DAP maior que 10 cm, impossibilitam a passagem do trator com o rolo faca, por reduzir o campo de visão do operador.

Em áreas que apresentam os seguintes fatores: talhões irregulares, terrenos acidentados, toco alto, solos mal drenados e alto número de canais de drenagem, a operação com rolo faca torna-se impraticável, pois aumenta o número de manobras, risco de atolamento e manutenção da máquina.

Notou-se que as manobras realizadas pelo rolo faca ocasionaram a abertura de clareiras no talhão. Outro fator para o surgimento de clareiras foi o tombamento das árvores pela ação dos ventos. Este fator pode ser explicado pelo mal enraizamento das árvores e a baixa densidade de árvores em alguns pontos do talhão, tornando os indivíduos susceptíveis ao tombamento pela ação de ventos fortes.

As intervenções silviculturais em áreas ultrapassadas, com idade da regeneração avançada, diminui a produtividade das operações e aumenta o risco de acidentes de trabalho. A idade da floresta, característica do terreno e percentual de regeneração influenciam na escolha das máquinas e atividades a serem praticadas.

Custo de produção

O custo médio de produção (R\$/ha) para as operações realizadas na área de roçada manual foi 44% maior, em comparação à área mecanizada, conforme Tabela 2.

Na atividade de roçada manual, o custo de produção atingiu valores elevados, devido aos custos fixos de salários, encargos, transporte, gratificações e assistência médica possuírem relevância na composição total do custo de produção. Para mais, o custo de reparos e troca de ferramentas, conforme o tempo de utilização das foices acresce valor na roçada manual. Além dos custos fixos de salários e gratificações, os custos da operação mecanizada foi influenciado com as despesas em manutenção, combustíveis e lubrificantes.

Pode-se notar que para a área mecanizada, a 1ª e 2ª passagem do rolo faca obtiveram baixos valores reduzidos quando comparado com as intervenções manuais, demonstrando que a roçada mecanizada torna-se economicamente viável quando a operação possui baixo número de manutenção e paradas.

Tabela 2. Custo de produção das atividades de roçada manual e mecanizada.

Table 2. Production cost of manual and mechanized mowing.

Atividade	Roçada manual	Roçada mecanizada
1ª roçada (R\$/ha)	1073,0	-
2ª roçada (R\$/ha)	1145,5	1129,9
1ª passagem com rolo faca (R\$/ha)	-	177,7
2ª passagem com rolo faca (R\$/ha)	-	154,4
Total (R\$/ha)	2218,5	1461,9
Média (R\$/ha)	1109,2	487,3

Após a primeira passagem do rolo faca na área mecanizada, os indivíduos mais altos de *Pinus elliottii* foram tombados pelo implemento, sendo necessária a segunda passagem do rolo faca para que a regeneração atingisse um alto índice de mortalidade.

Na área de roçada mecanizada, o custo de produção com rolo faca representou apenas 22,7% do total, demonstrando diferença significativa. As intervenções de roçada manual ou mecanizada em áreas de regeneração espontânea de *Pinus elliottii* devem ser escolhidas a partir do plano de manejo adotado, para que a produção e o custo não sejam alterados.

Qualidade da roçada manual e mecanizada

A porcentagem de árvores machucadas, em relação a densidade média calculada, foi de 2,17% para a área de roçada manual e 3,49% para a área mecanizada, conforme resultados na tabela 3.

Tabela 3. Resultado de injúrias em tronco causadas por roçada manual e mecanizada.

Table 3. Result of trunk injuries caused by manual and mechanized mowing.

Área	Injúrias médias (injúrias/ha)	% árv. com injúrias/ha
Roçada manual	57	2,17
Roçada mecanizada	70	3,49

Neste caso, a habilidade dos integrantes da equipe que realizaram a roçada manual influenciou o aumento ou diminuição do número de danos causados nas árvores. Quanto maior o nível de treinamento e orientação das equipes, menor será o percentual médio de injúrias por hectare.

A operação de roçada mecanizada acarreta contato da regeneração de *Pinus elliottii* com o rodado do trator. Devido à largura do eixo e pneus traseiros do trator, a regeneração presente na entre linha, que é atingida pelos rodados e não é eliminada, sofre injúrias no tronco (Figura 2). Os danos causados nas árvores, podem ocasionar redução em crescimento, produção de resina e qualidade da tora.



Figura 2. Injúrias em tronco de *Pinus elliottii* ocasionado por rodado de trator
Figure 2. Stem injuries of *Pinus elliottii* caused by tractor wheel

Como possível solução, deve-se realizar a operação de roçada mecanizada, com a largura do rolo faca maior que a largura do eixo do trator. Assim, toda a vegetação atingida pelo pneu do trator, será a roçada pelo rolo faca posteriormente. Outra alternativa é a utilização de pneus com larguras menores para o trator, evitando o contato do rodado com as árvores.

Embora não apresentado, durante coleta de dados na área de roçada manual, percebeu-se que ocorreu maior percentual de árvores bifurcadas, tortas e com pitos (parte de galho no tronco não cortado pela foice), quando comparada com a área mecanizada. Estes fatores se justificam pela qualidade do serviço apresentado pelos trabalhadores da equipe de roçada manual, em eliminar as árvores indesejadas.

Com a abertura das entre linhas após a passagem do rolo faca, o campo de visão dos trabalhadores aumentou e a seleção das árvores à serem cortadas tornou-se mais fácil. As árvores com injúrias no tronco, remanescentes no talhão após as práticas silviculturais de roçada manual ou mecanizada, devem ser roçadas para que a produtividade da floresta não seja afetada.

Constatou-se que o nível de danos causados nas árvores, pelo rodado do trator, na área mecanizada, foi mais agressivo ao fuste das árvores quando comparado à área de roçada manual, ocasionando retirada da casca, lesão do lenho e diminuição do enraizamento das árvores pelo contato das mesmas com o rodado do trator.

CONCLUSÕES

- A roçada com rolo faca diminui a densidade da regeneração em comparação com a roçada manual utilizando foice. As densidades médias para as áreas de roçada manual e mecanizada, é de 2619,6 e 2012,5, respectivamente, evidenciando que a densidade média atingida pela área mecanizada se aproxima da densidade praticada em florestas de empresas e produtores da região.
- O custo de produção na área de roçada manual é 44% maior em relação à área mecanizada, devido aos custos operacionais de encargos, salários e premiações relacionados à roçada manual. Na área mecanizada, o custo de produção com rolo faca representa apenas 22,7% do total.
- O nível de injúrias no lenho das árvores de *Pinus elliottii* após a operação de roçada mecanizada é de 3,49%, enquanto na roçada manual é de 2,17%. Ajustes na dimensão do rolo faca, treinamento do operador do trator e equipe de roçada manual, ajudam a diminuir o percentual de danos nas árvores.

AGRADECIMENTOS

À empresa Celulose Irani S.A. por ceder as áreas onde foi realizada a pesquisa. Aos colaboradores Tiago Pereira dos Santos e Roger Leandro Rodrigues por ajudar na coleta de dados. Aos engenheiros florestais Lucas Scheidt da Rosa e João Claudio Ribeiro Trosdorf pelo respaldo técnico durante a pesquisa. Ao Professor Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima pela orientação e acompanhamento.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS. **A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <http://www.ageflor.com.br/noticias/wp-content/uploads/2016/09/AGEFLOR-DADOS-E-FATOS-2016.pdf>> Acesso em: 14/10/2016.
- BECHARA, F. C.; REIS, A.; BOURSCHIED, K.; VIEIRA, N. K.; TRENTIN, B. E. **Invasão biológica de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 63 - 72, jan. / mar. 2014.
- BECHARA, F. C.; REIS, A.; BOURSCHIED, K.; VIEIRA, N. K.; TRENTIN, B. E. **Reproductive biology and early establishment of *Pinus elliottii* var. *elliottii* in Brazilian sandy coastal plain vegetation: implications for biological invasion**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 70, n. 2, p. 88 - 92, 2013
- BOURSCHIED, K. **Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm. em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- FLACH, F. D. **Crescimento juvenil da regeneração espontânea de *Pinus elliottii* En. var. *elliottii* sob níveis de desbaste, no litoral norte do Rio Grande do Sul**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- HARRY G. G.; FONTES J. M.; MACHADO C. C.; SANTOS S. L. **Análise dos efeitos da eficiência no custo operacional de máquinas florestais**. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 1, Belo Horizonte, 1991. Anais... Belo Horizonte: SIF/DEF, 1991. p. 57 - 75.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México : Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.
- SCHNEIDER, P. R. **Manejo Florestal: Planejamento da Produção Florestal**. 1. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v. 1, 2008.
- STRECK, E. V.; KÁMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E., NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.